Die Paarungsrufe einheimischer Ranidae (Anura, Amphibia) [1]

VON

HANS SCHNEIDER

Zoologisches Institut der Universität Bonn

Einleitung

Durch neuere Untersuchungen sind die Paarungsrufe vieler einheimischer Froschlurche bereits gut bekannt. 1966 ermittelte ich den Grundaufbau der Paarungsrufe von 7 Arten, die zu den Discoglossidae, Pelobatidae, Bufonidae und Hylidae gehören. Bald zeigte sich auch, daß mehrere Parameter der Paarungsrufe sich unter dem Einfluß der Temperatur und der Tiergröße ändern. Diese Beobachtung führte zu einer Reihe von Arbeiten, die darauf abzielten, die Variabilität der Paarungsrufe in Abhängigkeit von diesen beiden Einflußgrößen zu ermitteln. Umfassende Ergebnisse liegen nunmehr für den Laubfrosch (Schneider 1967), die Rot- und Gelbbauchunke (Lörcher 1969), die Geburtshelferkröte (Heinzmann 1970), die Kreuz- und Wechselkröte (Lörcher und Schneider, in Druck) und die zwei *Discoglossus*-Arten (Weber, in Druck) vor.

Das Wissen über die Paarungsrufe der Vertreter der Familie Ranidae ist dagegen noch sehr lückenhaft. Lediglich der Paarungsruf des Wasserfrosches ist analysiert und der Einfluß der Temperatur und Tiergröße bekannt (Wahl 1969). Einige Angaben über den Paarungsruf des Springfrosches machten kürzlich Geisselmann, Flindt und Hemmer (1971). 1969 beschäftigte sich auch Günther mit den Paarungsrufen des Wasser-, See-, Moor- und Grasfrosches. Der Autor macht jedoch keine Angaben über den Paarungsruf des Springfrosches, den Frequenzaufbau der Rufe der untersuchten Arten und gibt nur für den Grasfrosch an, bei welcher Temperatur die Aufnahme gemacht wurde. Die vorliegende Untersuchung soll daher unser Wissen über den Aufbau der Paarungsrufe der einheimischen Ranidae erweitern.

Material und Methode

Die Paarungsrufe wurden mit einem NAGRA III und einem Beyer Mikrophon M 101 N bei einer Bandgeschwindigkeit von 19 cm/s auf Tonband aufgenommen. Die Oszillogramme fertigte ich mit einem Tektronix-Oszillographen 502 A und einer

---

[1]) Mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft

Recordine-Kamera, die Sonagramme mit einem Kay Electric Sonagraphen 7029 A an. Die Paarungsrufe des Gras-, Moor- und Springfrosches nahm ich im Freiland auf, die Rufe des Seefrosches wurden im Labor aufgenommen.

Die Paarungsrufe

Rana dalmatina Bonaparte — Springfrosch

Aufnahmen bei Graz (Österreich) am 7. April 1971 zwischen 14 und 16 Uhr. Wassertemperatur 18° C, Lufttemperatur 20° C.

Die Springfrösche suchen während der Fortpflanzungszeit kleine, pflanzenreiche Tümpel auf und bleiben nur wenige Tage dort. Die Männchen zeigen in den Gewässern nur geringe Ruf- und Bewegungsaktivität. Sie rufen vornehmlich tagsüber, wenn die Wassertemperatur infolge der Sonneneinstrahlung hoch ist. Die untere Rufschwelle liegt bei 12—13° C Wassertemperatur.

Springfrösche geben ihre Paarungsrufe stets als Rufserien ab (Abb. 1 a). Die Rufe sind durch Intervalle klar voneinander abgesetzt. Zu Beginn einer Serie sind sie leise. Ihre Lautstärke nimmt bei den nachfolgenden Rufen bis zu einem Maximalwert zu, der gewöhnlich bis zum Ende einer Serie beibehalten wird. Zwischen die Rufserien schalten die Springfrösche zumeist Pausen von mehreren Minuten ein. Nicht selten tauchen die Frösche während einer Rufserie unter Wasser und rufen dort weiter.

Jeder Ruf besteht aus Impulsen. Im Verlauf eines Rufes nimmt ihre Amplitude zuerst langsam, dann sehr schnell zu. Die Impulse mit der größten Amplitude befinden sich daher stets am Ende eines Rufes. Im Anfangsteil der Rufe sind die Impulse meist deutlich voneinander getrennt. Am Rufende dauern sie länger, so daß sie unmittelbar aneinander anschließen. Die Zahl der Impulse pro Ruf liegt bei der Mehrzahl der Rufe zwischen 10 und 15. Da die überwiegende Zahl der Serien Rufe dieses Aufbaus enthält, nenne ich sie normale Rufe. Tab. 1 enthält die Ergebnisse der ausgewerte-

Tabelle 1: Die aus den Rufserien ermittelten Meßdaten

Tierart	Zahl der Rufserien	Mittlere Dauer der Serien (ms)	Rufe/Serie	Mittlere Rufdauer (ms)	Mittlere Intervalldauer (ms)
Rana dalmatina	8	2 292 ± 438	12,6 ± 2,6	25,7 ± 2,9	21,9 ± 2,3
Rana a. arvalis	9	3 043 ± 741	11,6 ± 3,5	90,4 ± 12,5	186,6 ± 49,6
Rana r. ridibunda 19° C	7	826 ± 255	5,7 ± 1,3	69,4 ± 8,7	82,4 ± 17,9
Rana ridibunda 26° C	7	640 ± 147	6,6 ± 1,4	62,4 ± 12,2	37,6 ± 5,7

Abb. 1 a—b. *R. dalmatina:* Rufserie aus 13 normalen Rufen (a) und besonders langer Ruf aus einer anderen Serie des gleichen Tieres (b). Zeitmarke 50 Hz.

ten Serien. Neben solchen Rufserien mit normalen Rufen geben Springfrösche auch andere ab, bei denen die Rufe sehr verschiedenartig sind. Besonders lange Rufe mit klarer Gliederung in Impulse und andere, die einen harmonischen Anteil mit hohen Frequenzen enthalten, der deshalb pfiffartig klingt, und normale Rufe sind am Aufbau solcher Serien beteiligt. In anderen Rufserien sind die Rufe sehr lang, da sie etwa doppelt soviele Impulse enthalten wie die normalen Rufe. Die Amplitude der Impulse steigt ganz allmählich an, und fast immer ist nur der letzte Impuls sehr laut (Abb. 1 b). Wie Abb. 2 a zeigt, entfällt die Schallenergie auf den Bereich von 300—500 Hz.

Bei der Beschreibung des Springfrosch-Paarungsrufes sprechen Geisselmann, Flindt und Hemmer (1971) von Rufen und Ruffolgen, aber auch von Einzelrufen und von Lauten als Einheiten der Ruffolgen. Diese verschiedenen, nicht konsequent angewandten Termini gestatten keinen Vergleich mit den vorliegenden Ergebnissen.

Abb. 2 a—d. Frequenzspektrogramme von Rufen des Springfrosches (a), Moorfrosches (b), Grasfrosches (c) und Seefrosches (d).

Rana arvalis arvalis Nilsson — Moorfrosch

Aufnahmen bei Delle (Frankreich) am 7. April 1965 zwischen 24 und 1 Uhr. Wassertemperatur 8° C, Lufttemperatur 9° C.

Moorfrösche halten sich beim Rufen in der flachen Uferregion kleiner, sumpfiger Gewässer auf. In unmittelbarer Nähe (bis 1 m) klingen die Paarungsrufe wie ein Bellen, aus größerer Entfernung (10—15 m) sind sie Geräuschen täuschend ähnlich, die beim Entweichen von Luft aus einer unter Wasser gehaltenen Flasche entstehen, wie das Neubaur (1949) treffend beschrieben hat.

Die Moorfrösche geben ihre Paarungsrufe als Rufserien ab. (Abb. 3). Die Rufe bestehen aus zwei gut unterscheidbaren Anteilen: Der erste Abschnitt ist aus 5—12 Impulsen aufgebaut, deren Amplitude von Impuls zu Impuls ansteigt, insgesamt aber nur eine mäßige Höhe erreicht. Unmittelbar an das Ende des ersten Abschnittes schließt der zweite an, der etwa die Länge des ersten hat, stets lauter als dieser und auffällig amplitudenmoduliert ist. Er enthält harmonische Anteile, die im Frequenzspektrogramm gut wahrnehmbar sind. Der überwiegende Teil der Schallenergie richtet sich auch bei den Rufen dieser Art auf den Frequenzbereich von 300—500 Hz (Abb. 2 b). Die Resultate der Messungen sind in Tab. 1 aufgeführt.

Abb. 3. Rufserie eines Moorfrosches. Zeitmarke 50 Hz. Auf den drittletzten Ruf folgt eine Störung, ausgelöst durch ein Geräusch.

Rana temporaria temporaria L. — Grasfrosch

Aufnahmen bei Tübingen im März und April 1965—1969 zu verschiedenen Tageszeiten. Wassertemperaturen zwischen 4 und 14,5° C, Lufttemperaturen zwischen 4 und 22° C.

Die Grasfrösche laichen alljährlich sehr zeitig; bereits Anfang März sind sie in den Gewässern. Dort halten sie sich unmittelbar am Ufer auf oder auch an anderen Stellen mit reichem Pflanzenwuchs und schwimmen während des Rufens zumeist umher. Zum Laichen versammeln sich die Pärchen häufig an einer besonders flachen Stelle, wo sich das Wasser stärker erwärmt. Infolge der frühen Fortpflanzungsperiode ist die Wassertemperatur der Laichgewässer in den meisten Jahren gering. Die untere Rufschwelle liegt bei den Grasfröschen sehr niedrig. Ich hörte Grasfrösche bei einer Wassertemperatur von 4° C rufen. Damit haben die Grasfrösche die niedrigste untere Rufschwelle der einheimischen Froschlurche.

Die registrierten Rufe haben eine Dauer von 450—2280 ms. Die Paarungsrufe sind aus Impulsen aufgebaut, die zwischen 18,8 und 24,0 ms dauern (Abb. 4). Jeder Ruf beginnt mit sehr leisen Impulsen, deren Amplitude sich nur wenig über die Grundlinie erhebt. Bei den nachfolgenden Impulsen nimmt die Amplitude fortlaufend zu und erreicht einen Maximalwert, der erst bei den letzten Impulsen wieder abnimmt. Der Paarungsruf des Grasfrosches ist nicht sehr lautstark und klingt wie ein leises Murren. Da die Intervalle zwischen den Impulsen verhältnismäßig lang sind, sind die Impulse deutlich voneinander abgesetzt und deshalb auch mit dem Ohr gut wahrzunehmen.

Abb. 4. Paarungsruf eines Grasfrosches. Wassertemperatur 13° C. Zeitmarke 50 Hz.

Im Verlauf der Jahre, während der ich die Beobachtungen machte, herrschten unterschiedliche und z. T. für die Jahreszeit überraschend hohe Wassertemperaturen. Daher ist es möglich, den Einfluß der Wassertemperatur auf den Paarungsruf des Grasfrosches zu ermitteln.

Unter dem Einfluß steigender Wassertemperatur ist eine auffällige Abnahme der Rufdauer gemäß einem linearen Modell festzustellen (Abb. 5). Die mittlere Dauer der Impulse ändert sich im geprüften Temperaturbereich nicht (Abb. 6), dagegen zeigen die Intervalle bei steigender Wassertemperatur eine auffällige Verkürzung (Abb. 7), der sich eine lineare Regression zugrunde legen läßt. Besser angepaßt ist zwar ein Modell, das sich auf eine Gleichung dritten Grades stützt ($y = 11{,}53 + 12{,}52x - 1{,}82x^2 + 0{,}07x^3$), doch liegt diese leicht s-förmige Kurve ganz im Vertrauensbereich der linearen Regressionslinie. Sehr wahrscheinlich hat die Linearitätsstörung ihre Ursache im Fehlen von Daten bei 5 und 10—12° C und ist daher

Dauer der Rufe (ms)
Wassertemperatur (°C)

Abb. 5

Dauer der Impulse (ms)
Wassertemperatur (°C)

Abb. 6

Abb. 7

Intervalle (ms)
Wassertemperatur (°C)

Abb. 7. *R. t. temporaria*. Der Einfluß der Temperatur auf die Dauer der Rufe (Abb. 5), Impulse (Abb. 6) und Intervalle (Abb. 7).

Tabelle 2: *Rana t. temporaria:* Die Ergebnisse der statistischen Berechnungen

Variable (y)	n	Regressionsgleichung	Prüfung der Regression (F-Test)
Rufdauer	150	$\hat{Y} = 1\,427{,}29 - 53{,}89\,x$	$32{,}07^{+++}$
Dauer der Impulse	152	— — —	— — —
Intervalle	134	$\hat{Y} = 48{,}03 - 2{,}23\,x$	$139{,}98^{+++}$

sicherlich zu vernachlässigen. Die Ergebnisse der statistischen Berechnungen enthält Tab. 2. Zur Berechnung der Impuls- und Intervalldauer maß ich den 11. bis 15. Impuls und die entsprechenden Intervalle der registrierten Rufe aus und bildete einen Mittelwert. Das Frequenzspektrum der Rufe ist sehr breit (Abb. 2 c) mit dem Schwergewicht bei 300-500 Hz.

Rana ridibunda ridibunda Pallas — Seefrosch[1])

Aufnahmen im Labor bei Wassertemperaturen von 19 und 26° C.

Seefrösche geben ihre Paarungsrufe ebenfalls als Rufserien ab (Abb. 8). Die Zahl der Rufe pro Serie ist nicht hoch, doch wiederholen die Frösche diese bei hoher Rufaktivität in rascher Folge. Innerhalb einer Serie sind die Rufe bereits zu Beginn recht laut. Ihre Intensität steigert sich rasch auf den Maximalwert und bleibt gewöhnlich bis zum Ende auf annähernd gleicher Höhe.

Auch die Rufe zeigen einen typischen Verlauf der Amplitude. Sie steigt im Anfangsteil sehr regelmäßig an und erreicht etwa in der Mitte der Rufe den höchsten Wert. Der Abfall in der zweiten Hälfte erfolgt rasch und stets recht unregelmäßig. Die sieben bei 19° C registrierten Rufserien haben eine mittlere Dauer von 826 ms und bestehen aus 4—7 Rufen. Die sieben bei 26° C abgegebenen Rufserien bauen sich aus 5—9 Rufen auf, dauern allerdings nur 640 ms im Mittel. Dieser auffallende Unterschied der

Abb. 8. Rufserie eines Seefrosches.

[1]) Die Tonbandaufnahmen stellte mir freundlicherweise Herr Dr. Klaus Lörcher, Pädagogische Hochschule Weingarten, zur Verfügung, wofür ich herzlich danke.

mittleren Dauer der bei 19° und 26° C abgegebenen Rufserien weist darauf hin, daß auch beim Seefrosch ein Einfluß der Wassertemperatur auf den Paarungsruf gegeben ist und zu einer Verkürzung führt, wenn die Wassertemperatur ansteigt. Tab. 1 gibt Aufschluß über die ermittelten Meßdaten.

Das Frequenzspektrum weist im Vergleich zu dem der anderen Arten deutlich Unterschiede auf (Abb. 2 d). Ein großer Teil der Schallenergie konzentriert sich zwar auch auf den Bereich von 300-500 Hz, doch sind auch harmonische Anteile vorhanden.

Diskussion

Aus dem Vergleich der Paarungsrufe der heimischen Raniden unter Einschluß des von Wahl (1969) untersuchten Wasserfrosches lassen sich einige bemerkenswerte Resultate ableiten. Moor-, Spring-, Wasser- und Seefrösche geben ihre Paarungsrufe als Rufserien ab, die bei den ersten drei Arten lang, bei den Seefröschen relativ kurz sind. Moorfrösche schalten zwischen die Rufe einer Serie recht lange Intervalle ein, so daß die Folge verhältnismäßig langsam ist. Bei den Serien der Spring- und Seefrösche sind sie merklich kürzer, und völlig unbedeutend sind sie bei den Rufserien der Wasserfrösche, ja vielfach fehlen sie dort ganz, so daß die Serien sehr einheitliche akustische Signale bilden (Wahl 1969, Abb. 6).

Die Paarungsrufe der Grasfrösche unterscheiden sich erheblich von denen der genannten Arten. Sie bestehen aus kurzen, in gleichförmiger Folge abgegebenen Knallimpulsen, die durch Intervalle voneinander abgsetzt sind. Die Intervalle sind so lang, daß das menschliche Ohr jeden Impuls gut wahrnimmt, andererseits ist die Impulsfrequenz so hoch, daß das menschliche Gehör solche Impulsfolgen auch als zusammenhängende Signale (Rufe) registriert.

Wie die Oszillogramme und Sonagramme zeigen, sind die Paarungsrufe des Spring- und Moorfrosches einander sehr ähnlich. Da bei den Rufen des Springfrosches die Schallenergie fast vollständig auf den Bereich von 300-500 Hz entfällt, klingen sie sehr tief und einförmig. Die in den Rufen der Moorfrösche enthaltenen höheren Frequenzen sind deutlich wahrnehmbar und bewirken vornehmlich den für uns wahrnehmbaren Unterschied zu den Rufen der Springfrösche. Auch bei den Paarungsrufen des Gras- und Seefrosches ist der Frequenzbereich von 300-500 Hz mit viel Energie besetzt, beim Wasserfrosch der Bereich zwischen 1 000 und 2 000 Hz (Wahl 1969).

Steigt die Wassertemperatur an, verkürzen sich bei den Rufen der Grasfrösche die Intervalle zwischen den Impulsen beträchtlich. Bei einem Tem-

peraturanstieg von 4 auf 14° C gehen sie auf die Hälfte zurück. Wegen der Länge der Intervalle sind aber trotz der starken Verkürzung auch bei hoher Temperatur die Impulse noch deutlich voneinander abgesetzt, so daß sich bei dieser Froschart über die Temperaturspanne von 10° C sicher feststellen läßt, daß sich die Dauer der Impulse unter dem Einfluß der Temperatur nicht ändert. Somit arbeitet das bei der Schallerzeugung schwingende System nach gleichbleibendem Prinzip. Aus dieser Feststellung ergeben sich allgemeinere Schlußfolgerungen über die Art der Schallproduktion bei Froschlurchen.

Auch bei anderen Arten sind die Paarungsrufe aus Impulsen aufgebaut, doch ist die Wiederholungsrate so hoch, daß nicht ohne weiteres ersichtlich ist, ob sich die Impulse bei steigender Temperatur verändern oder nicht. Nach Lörcher und Schneider bleibt bei den Paarungsrufen der Kreuzkröte die Dauer der Impulse von der Wassertemperatur unbeeinflußt. Unter deren Einfluß verkürzen sich nur die Intervalle, die ab 15° C Wassertemperatur zunehmend gegen Null gehen, so daß sich die Impulse ineinander schieben. Bei den Laubfrosch-Paarungsrufen klingen die Impulse nur bei Temperaturen nahe der unteren Rufschwelle (8—12° C) vollständig aus, während sie bei höheren Temperaturen ebenfalls ineinander übergehen (Schneider 1967, Abb. 10). Die so entstehende Verkürzung der Impulse ist daher nur sekundär, da sie auf eine Unterbrechung der Ausschwingphase zurückgeht und nicht auf eine stärkere Dämpfung als Folge zunehmender Temperatur. Somit läßt sich auch für den Paarungsruf der Kreuzkröte und des Laubfrosches sagen, daß innerhalb des Rufbereiches Temperaturänderungen den Schwingungsverlauf des schwingenden Systems, das die Impulse hervorbringt, nicht ändern. Diese Aussage läßt sich allerdings auf den Paarungsruf der Wechselkröte nicht ausdehnen. Bei ansteigender Temperatur verändern sich sowohl die Impulse als auch die Intervalle. Die Impulse stellen bei der Wechselkröte Klänge dar.

Nach dem Studium der Stimmbandschwingungen beim Wasserfrosch nimmt Paulsen (1965, 1970) an, daß sich bei der Phonation die Stimmbänder mit den verdickten Rändern in der Mitte des Kehlkopfes aneinander legen und die Glottis verschließen. Bei bestimmtem Druck der aus den Lungen zum Mundraum strömenden Luft werden sie aufgesprengt, wodurch es zu einer schnell abklingenden Schwingung bei gleichzeitigem Absinken des Anblasdruckes kommt. Danach wiederholt sich der Vorgang. Ausgehend von dem beim Wasserfrosch beobachteten Schwingungsverlauf der Stimmbänder läßt sich aufgrund der konstanten Dauer der Impulse bei den Paarungsrufen von Grasfrosch, Laubfrosch und Kreuzkröte vermuten, daß die Stimmbänder bei diesen Arten genau so arbeiten wie beim Wasserfrosch und die Schwingungsphase bei jeder Art konstant ist. Möglicherweise ist der Grundvorgang der Phonation bei allen Froschlurchen, deren Rufe aus Knallimpulsen bestehen, gleich.

Beim Seefrosch kommen neben dem Paarungsruf noch andere Rufe vor, die Günther (1969) ebenfalls als Paarungsrufe bezeichnete. Sie zeigen größte Übereinstimmung mit Rufen, die Wahl (1969) auch beim Wasserfrosch nachgewiesen und als Revierrufe 1 und 2 gekennzeichnet hat. Diese bei See- und Wasserfrosch übereinstimmend aufgebauten Rufe sprechen für eine nahe Verwandtschaft der beiden Froschlurche. Die Paarungsrufe sind dagegen sehr verschieden. Dies bedarf der Berücksichtigung bei der derzeit im Gang befindlichen lebhaften Diskussion über die systematische Stellung des Wasserfrosches.

Die Rufaktivität ist bei den *Rana*-Arten sehr verschieden. See- und Wasserfrosch haben alljährlich lange Rufperioden und zeigen während der Fortpflanzungszeit hohe Rufaktivität. Da die Paarungsrufe sehr laut sind, stellen sie ein auffälliges Merkmal dieser Froschlurche dar. Bei Moor- und Grasfrosch ist die akustische Aktivität geringer, da die Rufperioden kurz und die Rufe nicht sehr laut sind. Am unauffälligsten ist das Rufen beim Springfrosch. Es kommen jeweils nur wenige Tiere für wenige Tage zur Fortpflanzung in die Gewässer, wo sie ihre überaus leisen Paarungsrufe nur sehr sporadisch abgeben.

Zusammenfassung

Die Paarungsrufe des Spring-, Moor- und Seefrosches bestehen aus Serien von 5—15 Rufen, die aus Impulsen aufgebaut sind. Die Rufe des Spring- und Moorfrosches sind einander sehr ähnlich. Die Paarungsrufe des Grasfrosches dauern zwischen 450 und 2 280 ms und sind besonders durch die niedrige Impulsfrequenz ausgezeichnet. Zwischen 4 und 14,5° C verkürzen sich bei steigender Temperatur die Intervalle zwischen den Impulsen um ca. 50 %, die Impulse dagegen nicht. Aus der gleichbleibenden Dauer der Impulse ergeben sich Rückschlüsse auf die Arbeitsweise des Kehlkopfes. Bei den Rufen des Springfrosches ist die Schallenergie auf den Bereich von 300—500 Hz gerichtet, bei Moor-, Gras- und Seefrosch entfällt der überwiegende Teil der Energie auch auf diesen Frequenzbereich, daneben aber noch auf höhere Frequenzen.

Summary

Each mating call of *Rana dalmatina, Rana a. arvalis,* and *Rana r. ridibunda* consists of a series of 5—15 calls made up of pulses. The calls of *R. dalmatina* and *R. a. arvalis* are very similar. The duration of the mating calls of R. t. temporaria varies between 450 and 2 280 ms and these calls are especially characterized by a low pulse frequency. Within the temperature range of 4—14.5° C, the duration of the intervals between the pulses decreases by about 50 % with an increase in temperature. The pulse duration is not affected by temperature. From this finding, conclusions as to the mechanism of sound production may be drawn. The mating calls of *R. dalmatina* have frequencies from 300—500 Hz. The mating calls of *R. a. arvalis, R. t. temporaria,* and *R. r. ridibunda* have mainly the same frequencies, but also have higher ones to a varying degree.

Literatur

Günther, R. (1969): Paarungsrufe und reproduktive Isolationsmechanismen bei europäischen Anuren der Gattung Rana (Amphibia). Forma et Functio 1, 263 bis 284.

Geisselmann, B., Flindt, R., und H. Hemmer (1971): Studien zur Biologie, Ökologie und Merkmalsvariabilität der beiden Braunfroscharten *Rana temporaria* L. und *Rana dalmatina* Bonaparte. Zool. Jb. Syst. 98, 521—568.

Heinzmann, U. (1970): Untersuchungen zur Bio-Akustik und Ökologie der Geburtshelferkröte, *Alytes o. obstetricans* (Laur.). Oecologia (Berl.) 5, 19—55.

Lörcher, K. (1969): Vergleichende bioakustische Untersuchungen an der Rot- und Gelbbauchunke, *Bombina bombina* (L.) und *Bombina v. variegata* (L.) Oecologia (Berl.) 3, 84—124.

Lörcher, K., und H. Schneider (1973): Vergleichende bio-akustische Untersuchungen an der Kreuzkröte, *Bufo calamita* (Laur.), und der Wechselkröte, *Bufo v. viridis* (Laur.). Z. Tierpsychol., in Druck.

Neubaur, F. (1949): Die Stimmen der einheimischen Froschlurche. Beitr. Naturkde. Niedersachsens 3, 10—16.

Paulsen, K. (1965): Beiträge zur Anatomie und Physiologie des Froschkehlkopfes (mit besonderer Berücksichtigung der Stimmbildung). Z. wiss. Zool. 172, 1—16.

— (1970): Stimmbildung in der aufsteigenden Wirbeltierreihe. Begleitveröffentlichung Wiss. Film C 937, Göttingen.

Schneider, H. (1966): Die Paarungsrufe einheimischer Froschlurche (Discoglossidae, Pelobatidae, Bufonidae, Hylidae). Z. Morph. Ökol. Tiere 57, 119—136.

— (1967): Rufe und Rufverhalten des Laubfrosches *Hyla arborea arborea* (L.). Z. vergl. Physiol. 57, 174—189.

Wahl, M. (1969): Untersuchungen zur Bio-Akustik des Wasserfrosches *Rana esculenta* (L.). Oecologia (Berl.) 3, 14—55.

Weber, E.: Bio-akustische Studien an *Discoglossus pictus* Otth und *Discoglossus sardus* Tschudi. In Druck.

Anschrift des Verfassers: Prof. Dr. H. Schneider, Zoologisches Institut, 53 Bonn 1, Poppelsdorfer Schloß